

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-42783

(43) 公開日 平成7年(1995)2月10日

(51) Int.Cl.⁸

F 1 6 F 13/26

B 6 0 K 5/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 9034-3D

F 1 6 F 13/ 00

C

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平5-185657

(22) 出願日 平成5年(1993)7月28日

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 山添 久光

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 小浜 時男

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 水谷 秋二

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

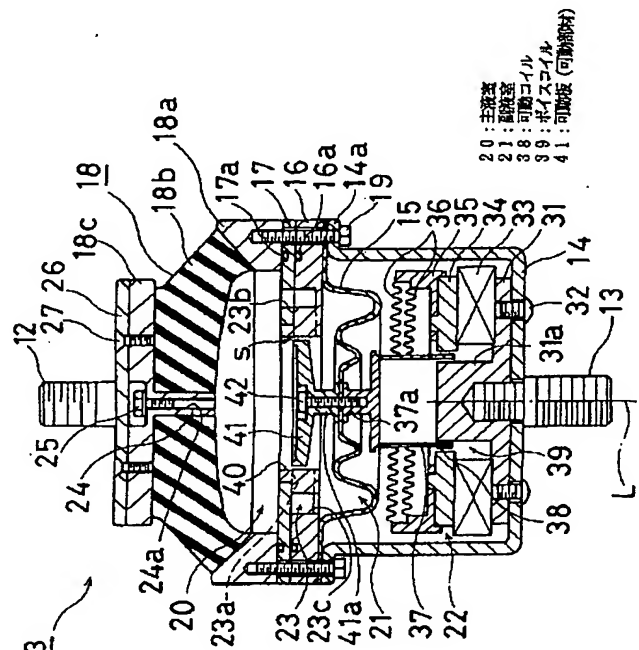
(74) 代理人 弁理士 樋口 武尚

(54) 【発明の名称】 電子制御エンジンマウント

(57) 【要約】

【目的】 エンジンマウントに最適な防振能力を与えること。

【構成】 車体とエンジンとの間に配設され、非圧縮性流体が封入されエンジンからの入力振動により容積変化される主液室20とオリフィス23開口部を介して主液室20と連通された副液室21とを有し、主液室20の一端側に配設した可動板41をアクチュエータであるボイスコイル39によりエンジンからの入力振動に連動して振動させ、ばね定数を変更自在とする。このばね定数を設定するピーク電流値と位相角との関係をマップとして予め記憶し、エンジンのエンジン回転速度に対応して上記マップからピーク電流値と位相角とを求め、そのときのエンジン回転で生じる振動に対する絶対ばね定数を変化させ、全エンジン回転領域で最適な防振を行う。



BEST AVAILABLE COPY

17302 U.S. PTO
10/784891



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車体とエンジンとの間に配設され、非圧縮性流体が封入され前記エンジンからの入力振動により容積変化される主液室と、オリフィス開口部を介して前記主液室と連通された副液室とを有し、前記主液室の一端側に配設した可動部材をアクチュエータにより前記入力振動に連動して振動させ、ばね定数を変更自在な電子制御エンジンマウントにおいて、

前記エンジンのエンジン回転速度に対応して最小または最大のばね定数を設定するための前記アクチュエータの制御信号の最大値と入力振動に対する位相角との関係をマップとして記憶するマップ記憶手段と、

前記マップ記憶手段に記憶された前記マップに基づき現在のエンジン回転速度に対する制御信号の最大値と位相角を算出し、この最大値と位相角とに基づき前記アクチュエータを駆動するアクチュエータ駆動手段とを具備することを特徴とする電子制御エンジンマウント。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、エンジンと車体との間に配設され、エンジンから入力される振動状態や車両の運転状態等に応じて減衰特性を任意に変更可能な電子制御エンジンマウントに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 周知のようにエンジンは、エンジンマウントを介して車体に搭載され、エンジンから車体への振動伝達の防止、或いは急加速、急減速、始動、ブレーキング時に生ずるエンジンシェイク（エンジンの揺れ）の防止等を実現している。この種のエンジンマウントとしては、例えば、実公平4-39481号公報に記載された主にエンジンから車体への振動伝達の防止を目的としたものを挙げることができる。

【0003】 図13は従来のエンジンマウントを示す断面図である。図13に示すように、エンジンマウントのハウジング301は略円筒状をなし、そのハウジング301の上部開口部はゴム製の弾性体302を介してステア303により閉塞されている。ハウジング301内には円盤状の隔壁304が位置決・固定され、ステア303との間に非圧縮性流体を封入した主液室305を形成している。隔壁304の上面中央に凹設された空気室306内には、外周に可動コイル307を巻回した可動部材308が配設され、可動部材308の周囲には可動コイル307と相対向してリング状のフェライト磁石309が配設されて、これらの可動コイル307、可動部材308及びフェライト磁石309によりボイスコイル310を構成している。隔壁304の上面には空気室306を閉塞するようにゴム製のシート材311が接着され、このシート材311により主液室305内の非圧縮性流体が空気室306内に流入するのが防止されている。そして、前記可動部材308はこのシート材311

の下面に接着されて、エンジンマウントの軸心Lと直交する方向への移動を規制されつつ、軸心Lに沿う方向への若干の移動を許容されている。

【0004】 なお、隔壁304の下側にはダイヤフラム312が位置決・固定されて、隔壁304との間に非圧縮性流体を封入した副液室313を形成し、この副液室313は隔壁304の周囲に形成されたオリフィス314を介して主液室305と連通して、周知のように非圧縮性流体がオリフィス314を通過する際に減衰作用が奏される。

【0005】 このように構成されたエンジンマウントは図示しないエンジンと車体との間に配設されて、ハウジング301を車体側に、ステア303の上面に溶接されたボルト303aをエンジン側に固定した状態で使用される。そして、エンジンからの振動により弾性体302が上下方向に撓むと、主液室305内の非圧縮性流体に周期的な振動が入力される。このとき、可動コイル307には振動と同一周期の交流電流が流されて、エンジンからの振動に対し逆相の振動を主液室305内の非圧縮性流体に入力するように可動部材308が強制的に振動されるため、エンジンマウントの動ばね定数が低減されて、エンジンからの振動が遮断される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記した従来のエンジンマウントは、主液室305と空気室306内との間の液密をシート材311により保持している関係上、可動部材308の振動はシート材311を介して主液室305内の非圧縮性流体に伝達される。つまり、ゴム製のシート材311が可動部材308の振動を妨げるように作用するため、非圧縮性流体への振動伝達が円滑に行われず、動ばね定数が十分に低減されずに振動の遮断が不完全であった。

【0007】 これに対して、特公平4-59495号公報に記載された2重コイルからなるアクチュエータを用いたパワーユニットのマウンティング装置及び特開昭60-8540号公報に記載されたソレノイドからなるアクチュエータを用いた防振装置が知られている。これらのものでは、可動体または振動子（可動板）を入力振動と逆相方向に振動させることで低い動ばね定数、また、逆に入力振動と同相方向に振動させることにより高い動ばね定数を得ることができる。そして、上述したようなエンジンマウントを用いアイドル運転時などの定常時には低い動ばね定数としエンジンからの振動を抑えると共に、過渡運転時には高い動ばね定数としエンジンシェイクを防止しようとするものである。ところが、これらのものでは、可動体または振動子（可動板）の移動ストロークが一定であり、防振能力に変異性を持たせることが難しかった。

【0008】 そこで、この発明は、かかるエンジンマウントに最適な防振能力を与えることができる電子制御エ

ンジンマウントの提供を課題としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる電子制御エンジンマウントは、車体とエンジンとの間に配設され、非圧縮性流体が封入され前記エンジンからの入力振動により容積変化される主液室と、オリフィス開口部を介して前記主液室と連通された副液室とを有し、前記主液室の一端側に配設した可動部材をアクチュエータにより前記入力振動に連動して振動させ、ばね定数を変更自在な電子制御エンジンマウントにおいて、前記エンジンのエンジン回転速度に対応して最小または最大のばね定数を設定するための前記アクチュエータの制御信号の最大値と入力振動に対する位相角との関係をマップとして記憶するマップ記憶手段と、前記マップに基づき現在のエンジン回転速度に対する制御信号の最大値と位相角を算出し、この最大値と位相角とに基づき前記アクチュエータを駆動するアクチュエータ駆動手段とを具備するものである。

【0010】

【作用】本発明においては、エンジンのエンジン回転速度に対応して最小または最大のばね定数を設定するための制御信号の最大値と位相角との関係がマップとして記憶される。上記マップに基づき現在のエンジン回転速度に対する最大値と位相角とが算出される。そして、マップから算出された最大値と位相角とに基づきアクチュエータが駆動される。このため、エンジン回転で生じる振動に対するエンジンマウントのばね定数を適切に変化させることが可能となる。

【0011】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。

【0012】図1は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントの全体構成を示す概略図、図2は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおけるエンジンマウントの詳細を示す断面図である。

【0013】図1に示すように、本実施例の電子制御エンジンマウントは、車体1のステー1aとエンジン2のステー2aとの間に配設されたエンジンマウント3、そのエンジンマウント3を制御する電子制御ユニット（以下、単に「ECU」という）4、車体1のステー1aに装着されて、車体1に生ずる振動に応じた加速度信号Gを出力する加速度センサ5、エンジン2のディストリビュータ6内に設けられ、その回転速度に関連する回転角信号Neを出力する回転角センサ7及びクランク角度の基準位置を示す基準位置信号G2を出力する基準位置センサ8から構成される。なお、回転角センサ7と基準位置センサ8とはマグネットピックアップの一種である。

【0014】前記エンジンマウント3の詳細な構成を説明する。図2に示すように、エンジンマウント3は下端のボルト13を車体1側に、上端のボルト12をエンジ

ン2側に締結された状態で用いられる。エンジンマウント3のマウントハウジング14は上方に開口する有底円筒状をなし、その外周側に折曲された開口縁14a上には円盤状のダイヤフラム15、下側隔壁16及び上側隔壁17が重合状態で配設されている。上側隔壁17上には、リング状の下側ブラケット18a、ドーム状をなすゴム製の弾性体18b及び円盤状の上側ブラケット18cを相互に結合してなる緩衝部材18が配設され、緩衝部材18の下側ブラケット18aには、ダイヤフラム15、上側隔壁16及び下側隔壁17を共締めした状態で前記マウントハウジング14の開口縁14aが複数のボルト19により固定されている。なお、下側隔壁16と上側隔壁17との間及び上側隔壁17と下側ブラケット18aとの間は、それぞれリング16a、17aにて液密を保持されている。

【0015】上記構成により、緩衝部材18と上側隔壁17との間に主液室20、下側隔壁16とダイヤフラム15との間にダイヤフラム15にて容積変化を許容された副液室21、更にダイヤフラム15とマウントハウジング14との間に大気へ開放された空気室22がそれぞれ形成される。なお、下側隔壁16の上面にはエンジンマウント3の軸心Lを中心とした円弧状の溝23aが形成され、溝23aの一端は上側隔壁17に形成された開口部23bを介して主液室20内に開口し、溝23aの他端は下側隔壁16に形成された開口部23cを介して副液室21に開口している。そして、これらの溝23aと開口部23b、23cにより主液室20と副液室21とを連通するオリフィス23が形成され、後述するように、このオリフィス23は特にエンジンマウント3に低周波数域（20～40Hz）の振動が入力されたときに減衰作用を奏するように、その溝23aの断面積及び長さが設定されている。

【0016】緩衝部材18の上側ブラケット18cの下面中央には弾性体18bを貫通する凸部24が形成され、その凸部24内に形成された注入孔24aは、上側ブラケット18cの上方と主液室20内とを連通している。この注入孔24aは主液室20及び副液室21にエチレングリコール等の非圧縮性流体を注入するために用いられ、通常時は上方よりボルト25にて閉塞されている。上側ブラケット18c上には円盤状のステー26が複数のビス27により固定され、ステー26の上面中央には前記したエンジン2側に固定されるボルト12が一体形成されている。

【0017】前記マウントハウジング14内の底部には第1の磁性体31が複数のビス32により固定され、その磁性体31の上面には軸心Lに対応して円筒部31aが形成されている。第1の磁性体31上には円筒部31aの周囲を取り囲むように永久磁石であるリング状のフェライト磁石33が接着され、そのフェライト磁石33上には同じくリング状の第2の磁性体34が接着され

て、第2の磁性体34の内周は第1の磁性体31の円筒部31aの外周に対して所定間隔を置いて相対向している。第2の磁性体34上には支持リング35が位置決めされた状態で接着され、支持リング35の内周には上下に所定間隔を置いて不織布製の2枚のダンパ36が張架されて、下方に開口する有底円筒状のヨーク37を支持している。両ダンパ36は断面蛇腹状をなし、軸心Lと直交する方向へのヨーク37の移動を規制しつつ、軸心Lに沿う方向への若干の移動を許容している。ヨーク37の下部外周には可動コイル38が巻回されており、この可動コイル38の部分は、前記した第1の磁性体31の円筒部31aの外周と第2の磁性体34の内周との間に挿入されて、いずれの磁性体31、34に対しても所定の間隔を保持している。

【0018】そして、この第1の磁性体（ポールピース）31、フェライト磁石33、第2の磁性体（プレート）34及びヨーク37によりアクチュエータとしての所謂ボイスコイル39が構成され、両磁性体31、34とフェライト磁石33により形成された直流磁場でヨーク37の可動コイル38に交流電流を流すと、ヨーク37はフレミングの左手の法則に従って軸心Lに沿う方向に振動する。

【0019】前記上側隔壁17及び下側隔壁16には軸心Lを中心として円形の連通孔40が形成され、この連通孔40を介して主液室20と副液室21とが連通している。連通孔40内には円盤状をなす可動部材としての可動板41が水平姿勢で配設され、可動板41の下面中央には取付部41aが突設されている。この取付部41aは、前記ヨーク37の上面中央に突設された取付部37aに対しダイヤフラム15の中央部を挟んで相対向し、これらのヨーク37の取付部37a、ダイヤフラム15の中央部及び可動板41の取付部41aがボルト42により結合されている。したがって、前記のように可動コイル38が通電されると、ヨーク37と共に可動板41は連通孔40内で軸心Lに沿う方向に振動する。可動板41の外周と連通孔40の内周との間隔Sは、可動板41の振動時に両部材41、40が接触するのを回避した上で可能な限り狭められ、本実施例では0.1～0.3mm程度の微小な値に設定されている。故に、主液室20及び副液室21内の非圧縮性流体は、可動板41の振動時に自己の粘性作用により前記間隔Sを流し出すことが防止され、動的には連通孔40は可動板41によりほぼ完全に閉鎖されていると見做すことができる。

【0020】このように、本実施例では、可動板41の外周と連通孔40の内周との間隔Sを狭めて、非圧縮性流体の粘性作用を利用して主液室20と副液室21との間の液密を確保している。したがって、従来技術で説明したエンジンマウントのように液密を保持するためのシート材311（図13に示す）を必要とせず、そのシー

ト材311等により可動板41の振動が妨げられる虞が全くないことから、可動板41から主液室20内の非圧縮性流体への振動伝達を円滑に行うことができる。また、可動板41はシート材311等の影響を受けることなく確実に軸心L上で変位し、この際に第2の磁性体34と可動コイル38との間のギャップが変化しないため、ギャップを縮小して効率を向上させ、ボイスコイル39を小型化可能となる。

【0021】次に、前記したECU4の構成を説明する。図3は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントのECUの構成を示すブロック図、図4は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントのECUが取り扱う信号波形を示すタイムチャートである。

【0022】ECU4は、中央処理装置（以下、単にCPUという）51、データバス52、タイマ53、波形整形IC54、カウンタ55、I/Oポート56、バンドパスフィルタ57a、アナログ入力ポート57、A/D変換回路58、CPU51の処理データを一時的に記憶するランダムアクセスメモリ（以下、単に「RAM」という）59、CPU51の制御プログラムを記憶するリードオンリメモリ（以下、単に「ROM」という）60、I/Oポート61、ボイスコイル駆動回路62及び電源回路63から構成されており、キースイッチ64が投入されると、バッテリー65からの電力が電源回路63に供給されてECU4が起動する。

【0023】そして、ディストリビュータ6に内蔵された回転角センサ7からの回転角信号Ne及び基準位置センサ8からの基準位置信号G2は、図4(a)に示す波形として前記波形整形IC54に入力され、波形整形IC54はその信号Ne、G2を図4(b)に示す矩形波に波形整形した後、I/Oポート56を介してデータバス52に出力する。また、波形整形後の回転角信号Neはカウンタ55によりカウントされ、そのカウント値がデータバス52に出力される。一方、加速度センサ5からの加速度信号Gはバンドパスフィルタ57aを経て図4(c)に示す振動加速度gとしてA/D変換回路58に入力され、A/D変換後にデータバス52に出力される。

【0024】CPU51は入力された振動加速度gに基づいて図4(d)に示す制御信号Voutを作成し、I/Oポート61を介してボイスコイル駆動回路62に出力する。ボイスコイル駆動回路62はバッテリー65から電力を供給されて、制御信号Voutに比例する駆動電流iをボイスコイル39に出力し、この駆動電流iによりボイスコイル39の可動コイル38が通電して可動板41を振動させる。

【0025】次に、4サイクル直列4気筒エンジンを例として、エンジン2から振動が入力されてエンジンマウント3で減衰されるまでの過程を説明する。図5は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおけ

る振動加速度と制御信号との関係を示す特性図、図 6 は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおける駆動電流と可動板リフト量との関係を示す特性図である。

【0026】4 サイクル直列 4 気筒では、2 回転（720° CA）で 4 回、即ち 180° CA 毎に 1 回の爆発行程が実行されるため、エンジン 2 の爆発に起因する振動（1 次振動）は 180° CA を 1 周期とする略正弦波と近似できる。この振動はエンジンマウント 3 を介して車体 1 側に伝達され、他の車両の走行等に起因する振動と共に加速度センサ 5 により検出される。バンドパスフィルタ 57 a は加速度センサ 5 の加速度信号 G 中からエンジン 2 の爆発に起因する 10～200 Hz の周波数帯域のみを通過させ、これにより得られた図 4（c）に示す振動加速度 g が CPU 51 に入力される。なお、図において振動加速度 g の最大値では、エンジン 2 からエンジンマウント 3 に圧縮方向の振動が入力されて弾性体 18 b が下方に撓んでおり、振動加速度 g の最小値では、エンジンマウント 3 に伸長方向の振動が入力されて弾性体 18 b が上方に撓んでいるものとする。

【0027】そして、この振動加速度 g に基づいて ECU 4 は、エンジン 2 の定常運転時には、エンジン 2 からの振動をエンジンマウント 3 で遮断すべく、逆相制御を実行してエンジンマウント 3 の動ばね定数を低減し、また、エンジン 10 の過渡運転時、例えば急加速、急減速、始動、ブレーキング時等には、エンジンシェイクを抑制すべく、同相制御を実行してエンジンマウント 3 の動ばね定数を増大する。

【0028】逆相制御の実行中においては、図 5 に実線で示す特性に従い、振動加速度 g に対して反比例するように CPU 51 の制御信号 V_{out} が作成され、その制御信号 V_{out} に比例してボイスコイル駆動回路 62 により駆動電流 i が決定される。ボイスコイル 39 は、可動コイル 38 に流れる駆動電流 i に比例して可動板 41 のリフト量 l を増加させる図 6 に示す特性であるため、最終的には図 4（d）に実線で示すように、振動加速度 g に対して常に逆の位相となるように、180° CA を 1 周期とする略正弦波に倣って可動板 41 のリフト量 l が制御される。周知のようにボイスコイル 39 は応答性が良好であるため、エンジン 2 の 1 次振動の上限周波数（200 Hz 付近）まで振動加速度 g に基づいて駆動電流 i を制御可能である。

【0029】このように、エンジン 2 からの入力振動により弾性体 18 b が下方に撓んだときに可動板 41 が下方に変位するため、圧縮方向の振動入力による主液室 20 内の圧力上昇が抑制されて、エンジンマウント 3 の動ばね定数が飛躍的に低減される。その結果、エンジン 2 からの振動がエンジンマウント 3 にて確実に遮断されて、その振動伝達率が大幅に低減されるとともに、こもり音が確実に抑制される。なお、このときの可動板 41

の振動は副液室 21 内の非圧縮性流体にも入力されるが、副液室 21 はダイヤフラム 15 の撓みにより容積変化を許容されているため、可動板 41 の振動を妨げることはない。

【0030】また、同相制御の実行中においては、図 5 に二点鎖線で示す特性に従い、振動加速度 g に対して比例するように CPU 51 の制御信号 V_{out} が作成され、その制御信号 V_{out} に比例してボイスコイル駆動回路 62 により駆動電流 i が決定される。そして、駆動電流 i に比例してボイスコイル 39 の可動板 41 のリフト量 l が増加するため、最終的には図 4（d）に二点鎖線で示すように、振動加速度 g に対して常に同一の位相となるように、180° CA を 1 周期とする略正弦波に倣って可動板 41 のリフト量 l が制御される。

【0031】つまり、エンジン 2 からの入力振動により弾性体 18 b が下方に撓んだときに可動板 41 が上方に変位するため、主液室 20 内の圧力上昇がより顕著となり、エンジンマウント 3 の動ばね定数が飛躍的に増大されて、エンジンシェイクが抑制される。

【0032】ここで、上記した逆相及び同相のいずれの制御においても、駆動電流 i （可動板 41 のリフト量 l ）の波形は、振動加速度 g の波形に対して所定のディレイ時間 $\Delta\theta$ だけディレイするように制御され、かつ、その駆動電流 i の波形の振幅 W は、エンジン回転速度 N の増加に伴って縮小するように制御される。即ち、ディレイ時間 $\Delta\theta$ については、実際に車体 1 に発生している振動加速度 g に対してボイスコイル 39 の応答遅れ等を加味して駆動電流 i を先行させる必要があるため、波形整形上はディレイ調整して実質的に駆動電流 i を先行させているのである。なお、適切なディレイ時間 $\Delta\theta$ はエンジン回転速度 N に応じて変化するため、駆動電流 i の振幅 W と同様にエンジン回転速度 N に応じて設定される。また、駆動電流 i の振幅 W については、周知のようにエンジン 2 が高回転域であるほど振動加速度 g の振幅が縮小されてエンジンマウント 3 の弾性体 18 b の撓み量が小さくなるため、それに対応して可動板 41 の変位を縮小すべく駆動電流 i の振幅 W を縮小しているのである。

【0033】ところで、可動板 41 の逆相制御のみによりエンジン 2 の全回転域で振動伝達率の低減を図る場合、特に振動加速度 g が 40 Hz（エンジン回転速度 N で 1200 rpm）以下の低周波数域では、可動板 41 のリフト量 l （駆動電流 i の振幅 W ）をかなり大きくする必要があり、ボイスコイル 39 の消費電力が増大する。ここで、本実施例のエンジンマウント 3 では、前記のようにオリフィス 23 の特性が低周波数域（20～40 Hz）の振動を対象として設定されているため、エンジンマウント 3 の弾性体 18 b の撓みに応じて主液室 20 及び副液室 21 内の非圧縮性流体がオリフィス 23 を経て交互に流入流出を繰り返して振動減衰作用を奏する。

つまり、このアイドルから1200rpmまでの低回転域においては、可動板41の振動減衰作用がオリフィス23により補われて、振動伝達率の低減が達成される。したがって、駆動電流*i*の振幅*W*をそれほど大きくする必要がなく、低周波数域におけるボイスコイル39の消費電力を節減可能である。

【0034】次に、上記逆相制御及び同相制御を実行するときのCPU51の処理を説明する。図7は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおけるCPUの処理手順を示すフローチャートである。

【0035】図7のルーチンは所定時間毎に実行され、まず、CPU51はステップS1で回転角センサ7の回転角信号*Ne*及び基準位置センサ8の基準位置信号*G2*を波形整形IC54を経て入力するとともに、加速度センサ6の加速度信号*G*をバンドパスフィルタ57aを経て振動加速度*g*として入力する。次に、ステップS2で基準位置信号*G2*が入力された直後であるか否かを判定し、入力直後の場合にはステップS3に移行し、回転角信号*Ne*より現在のエンジン回転速度*N*を算出する。更に、ステップS4でROM60に格納された図示しないマップに従ってエンジン回転速度*N*よりディレイ時間 $\Delta\theta$ 及び駆動電流*i*の振幅*W*を算出し、ステップS5で既にRAM59に格納されているこれらの値 $\Delta\theta$ 、*W*を新たな算出値に更新する。その後、ステップS6でこれらのディレイ時間 $\Delta\theta$ 及び駆動電流*i*の振幅*W*を加味した上で、図5の特性に従い現在の振動加速度*g*の値よりその時点の制御信号*Vout*の値を算出して、ボイスコイル駆動回路62に出力する。つまり、このときの制御信号*Vout*は、逆相制御であれば振動加速度*g*に反比例して、同相制御であれば振動加速度*g*に比例して設定される。

【0036】また、ステップS2で基準位置信号*G2*の入力直後ではないと判定した場合には直接ステップS6に移行し、RAM59のディレイ時間 $\Delta\theta$ 及び振幅*W*を加味して制御信号*Vout*の算出・出力処理を行う。つまり、ディレイ時間 $\Delta\theta$ 及び駆動電流*i*の振幅*W*は基準位置信号*G2*の入力毎に最適値に更新されるのである。

【0037】そして、このようにして作成された制御信号*Vout*に基づき、ボイスコイル駆動回路62からボイスコイル39に図4(d)に示す波形の駆動電流*i*が出力され、可動コイル38が通電されて可動板41を振動させる。

【0038】このように本実施例の電子制御エンジンマウントは、エンジン2からの振動が入力される主液室20とダイヤフラム15により容積変化が許容された副液室21とを隔壁16、17で区画し、その隔壁16、17に形成された連通孔40内に微小な間隔*S*を形成した状態で可動板41を配設して、ボイスコイル39により可動板41をエンジンマウント3の軸心*L*に沿う方向に振動させるように構成している。

【0039】したがって、可動板41の振動時には主液室20及び副液室21内の非圧縮性流体が自己の粘性作用により間隔*S*を流出入することが防止されて、両液室20、21間の液密が確保されるため、従来技術で説明した液密保持のためのシート材311等を必要としない。故に、そのシート材311により可動板41の振動が妨げられる虞が全くなく、可動板41から主液室20内の非圧縮性流体への振動伝達を円滑に行うことができ、逆相及び同相のいずれの制御でも動ばね定数を常に的確に制御して、エンジン2からの振動を確実に遮断し、かつ、エンジンシェイクを確実に抑制することができる。

【0040】また、可動板41がシート材311等の影響を受けることなく確実に軸心*L*上で変位するため、第2の磁性体34と可動コイル38との間のギャップを縮小して効率を向上させることができ、ボイスコイル39を小型化して、ひいてはエンジンマウント3全体の小型化を達成することができる。

【0041】一方、本実施例の電子制御エンジンマウントは上記した利点の他にも種々の利点を有しており、以下に列挙して説明する。

【0042】(1) 図2から明らかなように、主液室20と副液室21とを区画する隔壁16、17の連通孔40内に可動板41を配設しているため、その他の箇所、例えば弾性体18b内等に可動板41を設けた場合に比較してスペース効率が良く、エンジンマウント3をより一層小型化できる。

【0043】(2) ボイスコイル39を副液室21の下側の空気室22内に設けて、取付部37a、41aを介して連通孔40内の可動板41を振動させている。したがって、ボイスコイル39とECU4とを接続する配線が非圧縮性流体中に浸漬されてショートする虞が全くなく、その動作を確実なものとすることができる。

【0044】(3) 主液室20及び副液室21に非圧縮性流体を注入するための注入孔24aをエンジンマウント3の上部に設けているため、注入作業を極めて容易に実施することができる。

【0045】(4) ボイスコイル39のヨーク37を2枚のダンパ36で支持しているため、ヨーク37と第1の磁性体31の円筒部31aとを高い同軸度に保持でき、第2の磁性体34と可動コイル38との間のギャップをより縮小して効率を向上させることができる。

【0046】(5) ダイヤフラム15の中央部がヨーク37の取付部37aと可動板41の取付部41aとの間に挟持されているため、可動板41の振動に伴いダイヤフラム15が常に可動板41と同一方向に撓んで副液室21内の容積を強制的に変化させる。したがって、ダイヤフラム15の弾性力だけを利用して副液室21内の容積変化を許容した場合に比較して、内部の非圧縮性流体により可動板41の振動が妨げられるのをより確実に

防止することができる。

【0047】(6) エンジン2の運転状態に応じて定常運転時には逆相制御を、過渡運転時には同相制御を実行しているため、従来技術で説明したエンジンマウントと同様のエンジン2の振動遮断の利点のみならず、エンジンシェイクの抑制という利点をも得ることができる。

【0048】(7) エンジン回転速度Nの増加に伴い振動加速度gの振幅が縮小されることに着目し、それに
10 応じてボイスコイル39の駆動電流iの振幅Wを連続的に縮小するように制御している。つまり、実際のエンジンマウント3の弾性体18bの撓み量に対応して可動板41のリフト量lをきめ細かく制御しているため、動ばね定数をより一層的確に制御できる上に、高回転域では駆動電流iの振幅Wを縮小して消費電力を節減できる。また、このように駆動電流iの振幅Wを変化させるだけの簡単な制御により実施可能である。

【0049】(8) 振動加速度gが40Hz以下の低周波数域では、オリフィス23を併用することにより可動板41の振動減衰作用を補っているため、可動板41のリフト量l（駆動電流iの振幅W）をそれほど大きくする
20 必要がなく、低周波数域におけるボイスコイル39の消費電力を大幅に節減できる。また、このように可動板41に大きなリフト量lが要求されないため、ボイスコイル39のストロークを縮小してより一層小型化できるとともに、耐久性を向上させることができる。

【0050】次に、本実施例にかかる電子制御エンジンマウントの特徴を実験データに基づいて詳細に説明する。図8は、電子制御エンジンマウントを振幅±0.1mm、周波数100Hzで加振したときの特性図である。このとき、ボイスコイル39に与える交流電流のピーク電流値Ipを①±1A、②±3A、③±5Aとパラメータ変化させ、エンジンマウントにかかる振動とボイスコイル39に与える電流の位相角Δθ（deg）を変えて絶対ばね定数Ks（N/mm）を求めたものである。位相角Δθがエンジンマウントの振動とほぼ180°CAずれた所謂逆位相のとき絶対ばね定数が最小となり、また、エンジンマウントの振動とほぼ一致した所謂同相のとき、絶対ばね定数が最大となる。ここで、ボイスコイル39に与える交流電流のピーク電流値Ipを大きくする程、絶対ばね定数Ksは大きく変化する。しかし、
40 ピーク電流値Ipが大きいほど消費電力が増加するため、絶対ばね定数Ksをほぼ0とする最小のピーク電流値Ipを選択する。

【0051】このようにして、エンジン回転速度N（rpm）において発生する振動周波数f（Hz）に対して（i）制御なし、（ii）逆相制御（最小ばね）、（iii）同相制御（最大ばね）としたときの絶対ばね定数Ks

（N/mm）を図9に示す。（ii）逆相制御においては20～200Hz全域で絶対ばね定数をほぼ0の低いばね定数を有する低ばねとすることができ、一方、（iii）
50

同相制御においては（i）制御なしの約2倍の高いばね定数を有する高ばねとすることができた。

【0052】エンジン回転速度N（rpm）において発生する振動周波数fの各周波数（20～200Hz）に対して最低ばね定数を実現するボイスコイル39に与える交流電流のピーク電流値である最低ばね実現電流Ip（A）を図10、最低ばね定数を実現する位相角である最低ばね実現位相角Δθ（°CA）を図11に示す。図10に示す最低ばね実現電流Ipは、基本的に低周波数である程大きい
20 200Hz付近でも大きくなっている。また、図11に示す最低ばね実現位相角Δθは、180°CAを中心とした曲線で表される。これは、振動系（電気系及び機械系）の歪みによって生ずるものと考えられる。

【0053】このように、振動周波数fによって最低ばね定数を与える最低ばね実現電流Ip及び最低ばね実現位相角Δθが異なり、エンジンマウントを最適制御するためには実験的に各振動周波数fにおける最適のIp、Δθを求める必要がある。そこで、本発明にかかる一実施例では、図12に示すように、各エンジン回転速度N（例えば、200rpm毎）に対して、最低ばね定数を与える最低ばね実現電流Ip及び最低ばね実現位相角ΔθをマップとしてECU4内のROM60に予め記憶しておき、図7のフローチャートのステップS4で、そのときのエンジン回転速度Nに対するIp、Δθを補間演算で求める。つまり、実際のエンジン回転速度Nに最も近い図12に基づいてマップに記憶された前後の2つのエンジン回転速度におけるIpi、Ipi+1及びΔθi、Δθi+1を選出し補間によりIp、Δθを算出するのである。

【0054】上述したように、本実施例の電子制御エンジンマウントはエンジン回転速度N、即ち、エンジンの爆発に起因する1次振動周波数fに応じて、最適の電流値と位相角をボイスコイル39に与えることができるので、エンジンの全運転領域（600～6000rpm）の振動周波数f（20～200Hz）で消費電力を最小に保ちながら絶対ばね定数を0とできるため、アイドル振動からこもり音までの振動・騒音を大幅に低減できる。更に、最大ばね定数を与える電流値Ipと位相角Δθとを同様に、マップとしてECU4内のROM60に
40 予め記憶しておき、これらの値を用いることによりエンジンシェイクが低減できるという実際上の利点も併せて有するものである。

【0055】このように、本発明の一実施例の電子制御エンジンマウントは、車体1とエンジン2との間に配設され、非圧縮性流体が封入されエンジン2からの入力振動により容積変化される主液室20と、オリフィス23開口部を介して主液室20と連通された副液室21とを有し、主液室20の一端側に配設した可動板41からなる可動部材をボイスコイル39からなるアクチュエータ

により入力振動に連動して振動させ、ばね定数を変更自在な電子制御エンジンマウントにおいて、エンジン2のエンジン回転速度に対応して最小または最大のばね定数を設定するための前記アクチュエータの制御信号の最大値と入力振動に対する位相角との関係をマップとして記憶するECU4内のROM60からなるマップ記憶手段と、前記マップ記憶手段に記憶されたマップに基づき現在のエンジン回転速度に対する制御信号の最大値と位相角を算出し、この最大値と位相角とに基づき前記アクチュエータを駆動するECU4内のボイスコイル駆動回路62からなるアクチュエータ駆動手段とを具備するものである。

【0056】故に、ECUに内蔵されたソフトウェアによりエンジン回転速度に応じた最適の振動位相と振幅とを容易に得ることができ、アクチュエータを適切に駆動してエンジンから車体への振動を低減することができるものである。

【0057】なお、マップの形態は種々のものが利用でき、マップを関数化して記憶してもよい。また、補間演算は必ずしも必要ではなく、エンジン回転数の領域ごとにピーク電流値と位相角とが与えられても十分にエンジンから車体への振動が抑制される。さらに、最適な振幅と、振動位相とを得るための制御信号は、電流値に限らず、アクチュエータの種類によっては電圧値で与えられてもよい。

【0058】ところで、同一エンジン回転速度であっても、そのときのエンジン負荷により爆発起振力が異なるため、絶対ばね定数が0になる電流値 I_p 及び位相角 $\Delta\theta$ が異なる。そこで、エンジン負荷の検出手段（例えば、スロットル開度）を備え、この検出手段により検出された負荷によって異なるマップを選択するようにする。これにより、どのようなエンジン負荷状態であっても最適のばね定数を得ることができ、更にきめ細かな防振が達成可能な電子制御エンジンマウントを構成することができる。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の電子制御エンジンマウントは、アクチュエータにて可動部材がエンジンからの入力振動に連動して振動することによりばね定数を変更自在としてエンジンからの振動が車体側に伝達されるのを防止している。このとき、エンジンのエンジン回転速度に対応して最小または最大のばね定数を設定する制御信号の最大値と位相角との関係をマップとして記憶し、そのマップに基づき現在のエンジン回転速度に対する制御信号の最大値及び位相角を算出し、その算出された最大値と位相角に基づきアクチュエータを駆動するものである。このため、エンジン回転で生じる振動に対するばね定数が変化され、全エンジン回転領域において最適な防振効果が期待できる。

*

* 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントの全体構成を示す概略図である。

【図2】図2は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおけるエンジンマウントの詳細を示す断面図である。

【図3】図3は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントのECUの構成を示すブロック図である。

【図4】図4は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントのECUが取り扱う信号波形を示すタイムチャートである。

【図5】図5は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおける振動加速度と制御信号との関係を示す特性図である。

【図6】図6は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおける駆動電流と可動板のリフト量との関係を示す特性図である。

【図7】図7は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントで使用されているCPUの処理手順を示すフローチャートである。

【図8】図8は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおける位相角と絶対ばね定数との関係を示す特性図である。

【図9】図9は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおける振動周波数と絶対ばね定数との関係を示す特性図である。

【図10】図10は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおける振動周波数と最低ばね実現電流との関係を示す特性図である。

【図11】図11は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントにおける振動周波数と最低ばね実現位相角との関係を示す特性図である。

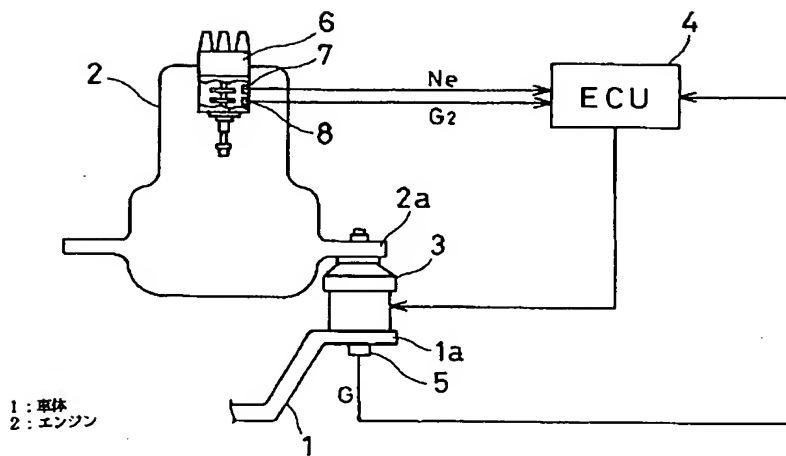
【図12】図12は本発明の一実施例にかかる電子制御エンジンマウントでマップとして記憶されるエンジン回転速度に対する最適位相角と最適電流とを表すデータを示す一覧表である。

【図13】図13は従来の電子制御エンジンマウントを示す断面図である。

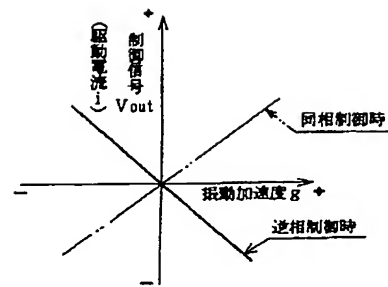
【符号の説明】

- 1 車体
- 2 エンジン
- 20 主液室
- 21 副液室
- 38 可動コイル
- 39 ボイスコイル
- 41 可動板（可動部材）
- 60 ROM（マップ記憶手段）
- 62 ボイスコイル駆動回路（アクチュエータ駆動手段）

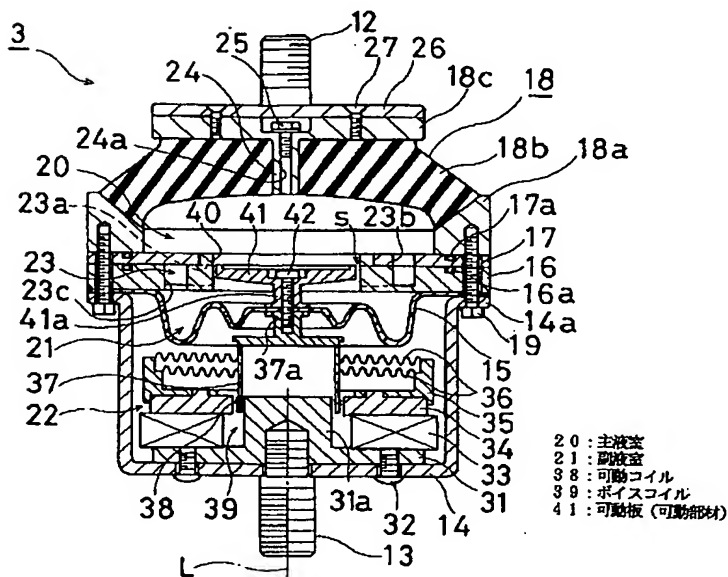
【図 1】



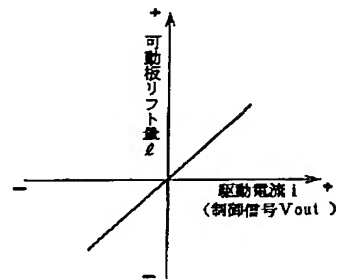
【図 5】



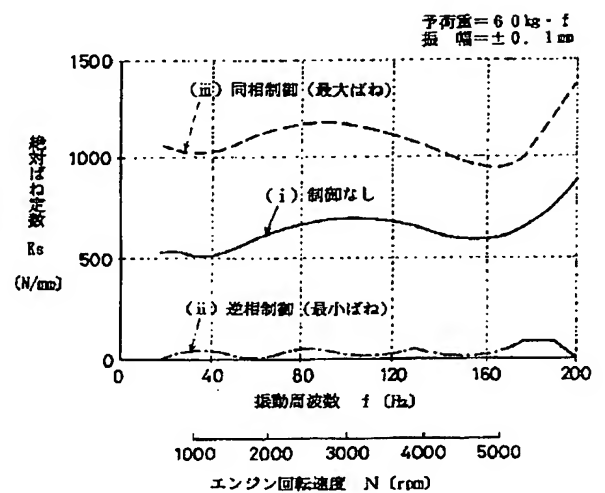
【図 2】



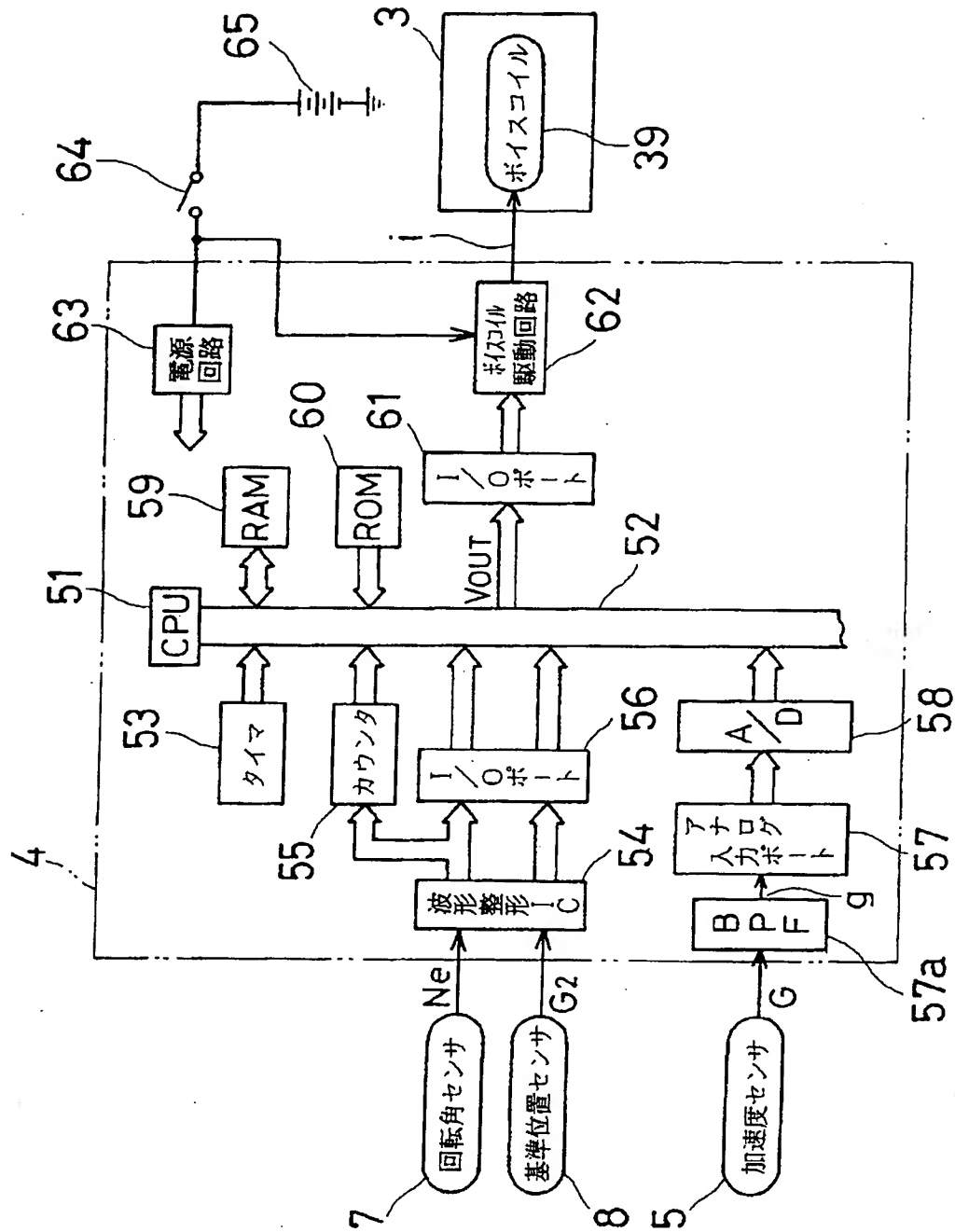
【図 6】



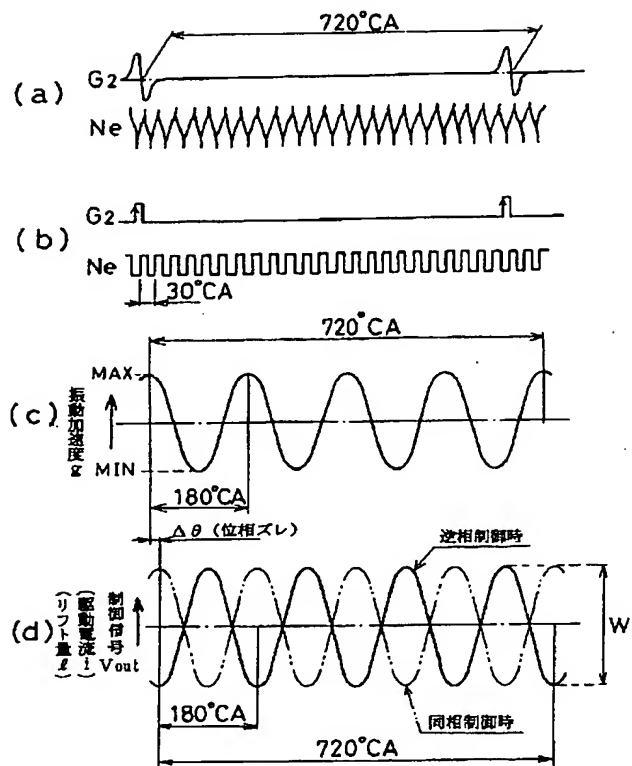
【図 9】



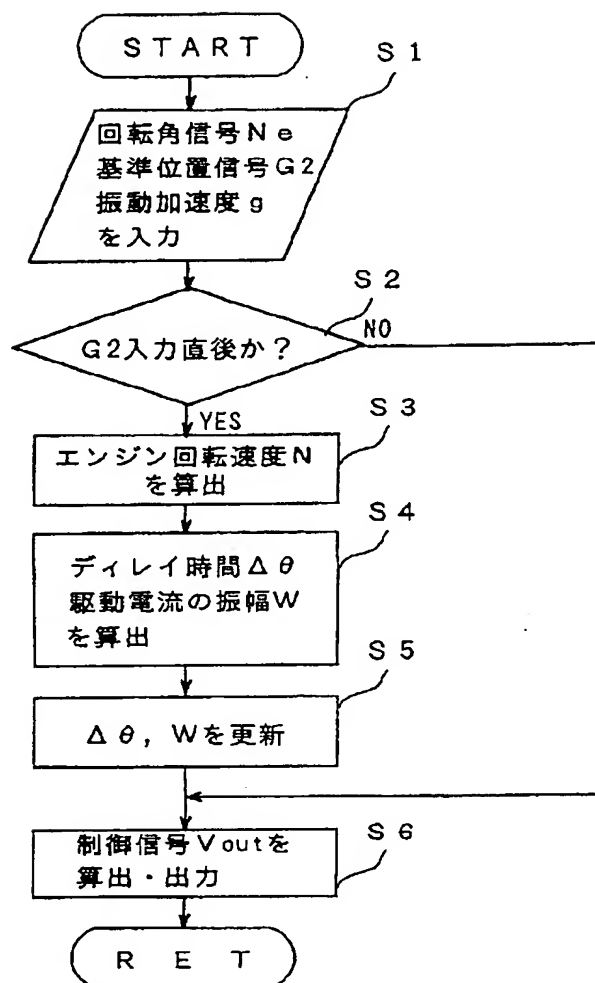
【図3】



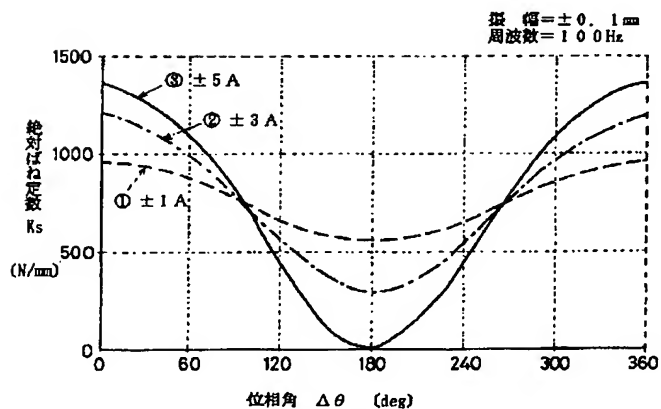
【図4】



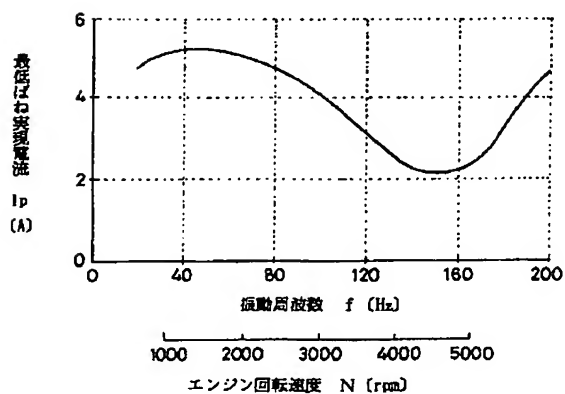
【図7】



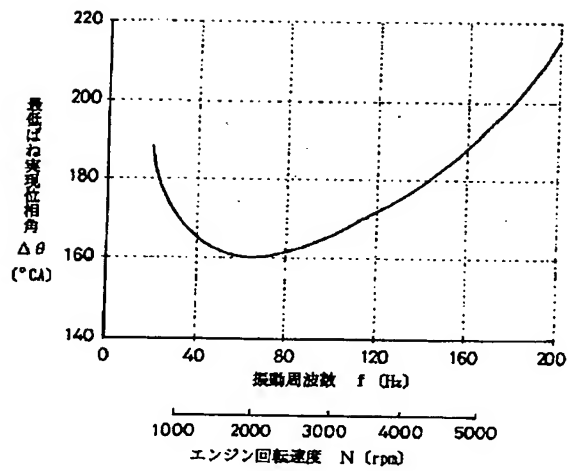
【図8】



【図10】



【図11】



【図12】

エンジン 回転速度 N (rpm)	600	800	1000	1200		4400	4600	4800	5000	5200	5400	5600	5800	6000
最適位相角 $\Delta\theta$ (°CA)	198	176	168	165		182	184	186	190	195	200	208	213	220
最適電流 I_p (A)	4.6	5.0	5.1	5.2		2.3	2.1	2.1	2.3	2.5	2.8	3.3	3.8	4.5

【図13】

